



بحوث المؤتمر العلمي السابع لكلية الآداب

التغيرات المناخية في ليبيا
(الاتجاهات والتداعيات)

تنظيم وإشراف

قسم الجغرافيا بكلية الآداب/جامعة سرت

سرت 29 ديسمبر 2022م

تحرير

أ.د.حسين مسعود ابومدينة

أ.د.أنور فتح اللّه اسماعيل

منشورات مركز البحوث والاستشارات - جامعة سرت

الطبعة الأولي 2022م





بحوث المؤتمر العلمي السابع لكلية الآداب

التغيرات المناخية في ليبيا

(الاتجاهات والتداعيات)

سرت 29 ديسمبر 2022م

تنظيم وإشراف:

قسم الجغرافيا بكلية الآداب/ جامعة سرت

تحرير

أ. د. حسين مسعود أبومدينة   أ. د. أنور فتح الله اسماعيل

المراجعة اللغوية

د. فوزية أحمد عبدالحفيظ الواسع

منشورات مركز البحوث والاستشارات بجامعة سرت

الطبعة الأولى 2022م





بحوث المؤتمر العلمي السابع لكلية الآداب

التغيرات المناخية في ليبيا (الاتجاهات والتداعيات)

الوكالة الليبية للترقيم الدولي الموحد للكتاب

دار الكتب الوطنية

بنغازي – ليبيا

هاتف: 9097074 - 9096379 - 9090509

بريد مصور: 9097073

البريد الالكتروني: nat_lib_libya@hotmail.com

رقم الإيداع القانوني 812 / 2022م

رقم الإيداع الدولي: ردمك ISBN 978-9959-891-34-1

الطبعة الأولى 2022م





بِسْمِ ٱللَّهِ ٱلرَّحْمَٰنِ ٱلرَّحِيمِ

وَهُوَ ٱلَّذِى يُرْسِلُ ٱلرِّيَٰحَ بُشْرًۢا بَيْنَ يَدَىْ رَحْمَتِهِۦ ۖ حَتَّىٰٓ إِذَآ
أَقَلَّتْ سَحَابًا ثِقَالًا سُقْنَٰهُ لِبَلَدٍ مَّيِّتٍ فَأَنزَلْنَا بِهِ ٱلْمَآءَ
فَأَخْرَجْنَا بِهِۦ مِن كُلِّ ٱلثَّمَرَٰتِ ۚ كَذَٰلِكَ نُخْرِجُ ٱلْمَوْتَىٰ
لَعَلَّكُمْ تَذَكَّرُونَ (57)

سورة الأعراف : آية (57).

صدق الله العظيم





د. سليمان مفتاح الشاطر
رئيس جامعة سرت
المشرف العام للمؤتمر

أ. د. الطيب محمد القبي
وكيل الشؤون العلمية بجامعة سرت
رئيس اللجنة التحضيرية للمؤتمر

أعضاء اللجنة التحضيرية

أ. د. عبدالعزيز علي صداقة	أ. د. وائل محمد جبريل
د. اسماعيل فرج عبدالناصر	د. جبريل صالح الديبالي
أ. جمعة محمد الغناي	أ. خولة على امحمد
عبدالحليم مفتاح الشاطر	يوسف محمد الكرامي

علي محمد الأسمر

أ. د. أنور فتح الله اسماعيل
رئيس اللجنة العلمية للمؤتمر

أعضاء اللجنة العلمية

أ. د. حسين مسعود أبومدينة	أ. د. محمد عبدالله لامه
أ. د. مولود علي بريبش	أ. د. خالد محمد بن عمور
أ. د. الصيد صالح الجيلاني	أ. د. إبراهيم الهادي دخيل
د. محمود محمد سليمان	د. غادة محمد هويدي

المحتويات

عنوان البحث	الصفحة
	117 - 140

المحتويات

كلمة رئيس الجامعة

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

في إطار دعم وتشجيع المناشط العلمية كالمؤتمرات والندوات العلمية وورش العمل، والتي ترى الجامعة أنها إحدى مهامها الرئيسة التي تسعى إلى إرسائها والحفاظ على استمراريتها؛ عليه دأبت الجامعة منذ تأسيسها على الاهتمام بهذه المناشط العلمية التعليمية إيماناً منها بأهميتها، ومن أهم هذه المناشط المؤتمرات العلمية، التي أولتها الجامعة اهتماماً خاصاً إدراكاً منها بمدى فاعليتها في تحقيق التقدم والتطور الحضاري واستمراريته، حيث أصبحت منهجية البحث العلمي وأساليب القيام به من الأمور المسلَّم بها في المؤسسات الأكاديمية ومراكز البحوث، وعلاوة على ما يحققه البحث العلمي من منافع للمجتمع الإنساني فإنه يفتح آفاقاً معرفيةً جديدةً أمام الباحث؛ ممّا يُسهم في تحسين مهاراته الفكرية والثقافية والاجتماعية؛ ولذلك عقدت الجامعة عددًا من المؤتمرات العلمية التخصصية برعاية الجامعة وتنظيم إحدى الكليات، وكان لكلية الآداب نصيب الأسد، إذ نضمت فيما مضى ستة مؤتمرات علمية، واليوم تعقد مؤتمرها السابع بعنوان (**التغيرات المناخية في ليبيا "الاتجاهات والتداعيات"**)، والذي ينظمه ويشرف عليه قسم الجغرافيا بالكلية.

إنَّ موضوع التغيرات المناخية من الموضوعات المهمة التي أصبحت محور اهتمام المنظمات الدولية وعلى رأسها الأمم المتحدة، والهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ (IPCC) بشكل خاص؛ وذلك لأهميتها في صناعة القرار الدولي بعد أن كانت حبيسة الأروقة العلمية، وما تقوم به الأمم المتحدة وبرنامجها المعني بالمناخ من جهود ضخمة تتبلور في عقد اتفاقيات دولية ومؤتمرات سنوية بشأن تغير المناخ وبمشاركة نحو 200 دولة كان آخرها (COP27) الذي عُقد في الشهر الماضي (نوفمبر 2022م) بشرم الشيخ بجمهورية مصر العربية لهو خير دليلٍ على أنَّ التغير المناخي من أبرز المشكلات التي تسعى جميع دول العالم للحد من آثارها لما لها من تداعيات خطرة على النظم البيئية والأنشطة البشرية.

ونحن إذ نبارك انعقاد مؤتمر (**التغيرات المناخية في ليبيا "الاتجاهات والتداعيات"**) فإننا نتقدم بالشكر إلى البُحّاث المشاركين ببحوثهم القيّمة من أجل إثراء الموضوع، كما نشكر اللجان العلمية والتحضيرية للمؤتمر، والتي واكبت تجهيزاته الأولية إلى لحظة الانعقاد، كما نحيي كافة الجهات التي أسهمت في إنجاح هذا المؤتمر العلمي.

وختامًا.. فإنَّ جامعة سرت ترحب بأن تكون حاضنة لانعقاد المؤتمرات والندوات العلمية الهادفة التي تسهم في بناء مستقبل وطننا الحبيب **ليبيا**.

وفقكم الله وسدد خُطاكم
والسلام عليكم ورحمة الله وبركاته

د. سليمان مفتاح الشاطر
رئيس جامعة سرت

كلمة اللجنة العلمية:

بسم الله، الحمد لله، والصلاة والسلام على رسول الله، وعلى آله وصحبه ومن والاه، وبعد:

فموضوع هذا المؤتمر هو الشغل الشاغل للمختصين، والاهتمام الحاضر للمتابعين؛ لأنَّ التغير المناخي هو السبب الرئيس في التغير الفعلي لكثير من مسارات الحياة في شتى نواحيها، خاصة في دولة مثل ليبيا، حيث أنَّ الأنشطة البشرية غير مرشدة والنظم البيئية هشَّة؛ لذلك كان لزاماً معرفة الاتجاهات ثم التداعيات للتغيرات المناخية حتى يتسنى الاستعداد لكل ما هو مرتقب أو متوقع، وهذا ما تهدف إليه محاور المؤتمر، وقد جاءت على النحو الآتي:

المحور الأول: اتجاهات التغيرات المناخية في ليبيا.

المحور الثاني: آثار الأنشطة البشرية على التغيرات المناخية.

المحور الثالث: تداعيات التغيرات المناخية.

المحور الرابع: استراتيجيات التكيّف مع التغير المناخي.

وقد بلغ عدد الملخصات المقدمة للَّجنة العلمية ثمانية وثلاثين ملخصاً، وعدد الأبحاث المرسلة خمسَ وعشرين بحثاً، عدد المقبول منها أربعة عشر بحثاً وفقاً للمعايير العلمية والفنية التي اعتمدتها اللجنة العلمية.

ومن باب الاعتراف بالمعروف، وإرجاع الفضل إلى أهله، فإن اللجنة العلمية تتقدم بوافر الشكر والتقدير والاحترام وعظيم الامتنان لجامعة سرت متمثلة في السيد: **د. سليمان مفتاح الشاطر** رئيس الجامعة، و **أ. د. الطيب مُحَّد القبي** وكيل الجامعة للشؤون العلمية، و **أ. د حسين مسعود أبومدينة** مدير إدارة الدراسات العليا والتدريب بالجامعة، و **د. إسماعيل فرج عبد الناصر** عميد كلية الآداب، و **أ. جمعة مُحَّد الغناي** رئيس قسم الجغرافيا، وكذلك السادة رئيس وأعضاء اللجنة التحضرية، وكل من أسهم معهم في هذا العمل الكبير.

نجدد لهم الشكر والتقدير لاحتضانهم هذا المؤتمر، والعمل على نجاحه على هذا النحو المتميز الرائع.

وتتطلع اللجنة العلمية من خلال البحوث الرصينة المقدمة في هذا المؤتمر إلى تقديم ما فيه النفع والخير لبلادنا.

أ. د. أنور فتح الله إسماعيل
رئيس اللجنة العلمية

التغير المناخي في الرياح السطحية
بإقليم فزان للفترة (1981 – 2021)

د. مفيدة أبوعجيلة بلق
قسم الجغرافيا/ مدرسة العلوم الإنسانية/ الاكاديمية الليبية طرابلس
Mofida.ballag@gmail.com

أ. مُحَمَّد بلقاسم على
قسم الجغرافيا/كلية الآداب/ جامعة وادي الشاطئ
mambark540@gmail.com

الملخص:

تهدف هذه الدراسة إلى تقصي مدى التذبذب والتغير في اتجاه وسرعة الرياح السطحية بإقليم فزان الذي يشغل الجزء الجنوبي الغربي لليبيا خلال الفترة (1981 – 2021)، اعتمدت الدراسة على بيانات أربع محطات في الإقليم لرصد مؤشرات التغير المناخي الحاصل بطبيعة الرياح السطحية بالمنطقة، حيث قُسِّمت البيانات حسب المدة الزمنية إلى فترتين الأولى(1981 – 2001) والفترة الثانية(2002 – 2021)، وتوصلت الدراسة من تحليل بيانات اتجاه الرياح بالمحطات بعد تطبيق معادلة التغير في الاتجاه إلى أن اتجاهات الرياح كانت أكثر تغيراً في الفترة الأولى مقارنه بالفترة الثانية، كما أن اتجاه الرياح السنوي السائد تغير بين الفترتين بمقدار 20.5درجة في محطة مرزق وبنسبة 49.8% وهو أعلى معدل تغير شهدته المنطقة، وأدنى تغير كان بمحطة سبها 4.3درجة بنسبة 10.4% وفي غات 10.4درجة بنسبة 25.2% ومحطة براك 6 درجات بنسبة 14.6%. كما اتضح من دراسة البيانات اليومية لسرعة الرياح السطحية وجود تباين مكاني وزماني في تردد سرعات الرياح الأعلى والأدنى خلال السنة الواحدة وبكل محطة وعلى مدى 40 سنة، كذلك تبين من نتائج الدراسة أن معدلات سرعة الرياح السنوية خلال المدى من الخمس إلى العشر سنوات الأخيرة شهدت اتجاه نحو التراجع النسبي بكل المحطات، تمثل نتائجها مؤشراً على مدى حدوث تغير بطبيعة اتجاه وسرعة الرياح السطحية بالمنطقة والتي لم تكن بمعزل عن التغيرات المناخية التي طرأت على عناصر المناخ الأخرى في المحيطين الإقليمي والعالمي.

الكلمات المفتاحية: التغير المناخي، الرياح بإقليم فزان.

Climate change in surface winds in the Fezzan region for the period (1981-2021

MOFIDA A,BALLAG
Co Professor
Mofida.ballag@gmail.com

MOHAMMED A,ALI
Assistant Professor
mambark540@gmail.com

Abstract

The paper aimed to investigate the extent of fluctuation and change in the direction and speed of surface winds in the Fezzan region, which occupies the southwestern part of Libya during the period (1981 - 2021). From the analysis of wind direction data at the stations after applying the equation of change in direction, the study concluded that wind directions were more variable in the first period compared to the second period, and the wind direction The prevailing annual change between the two periods increased by 20.5 degrees in Murzuq station and by 49.8%, which is the highest rate of change witnessed in the region, and the lowest change was in Sabha station by 4.3 degrees by 10.4% and in Ghat 10.4 degrees by 25.2% and Brak station 6 degrees by 14.6%. It also became clear from the study of daily data of surface wind speed that there is a spatial and temporal variation in the frequency of the highest and lowest wind speeds during one year and in each station and over a period of 40 years. Towards a relative decline in all stations, the results of the paper represent an indication of the extent to which a change occurred in the nature of the direction and speed of surface winds in the region, which was not isolated from the climatic changes that occurred on other climatic elements in the regional and global oceans.

Keywords: Climate change, Winds in Fezzan Province.

مقدمة:

لا تقتصر دراسة ورصد التغير المناخي على تناول التغير في درجة الحرارة أو تتبع معدل ذوبان الجليد في المناطق المتجمدة رغم أهمية هذه العناصر كمؤشرات على حدوث التغير بطبيعة الحال، وأيضاً لتأثيرها على مكونات النظام البيئي وخاصة عناصر المناخ، بل يمكن أن يشكل رصد وتتبع التغير في عناصر المناخ الأخرى جانب مهم لمعرفة مدى التذبذب والتغير الحاصل بقيمها وخصائصها المعروفة والسائدة، حيث تعمل عناصر المناخ مجتمعة كمنظومة واحدة بعلاقات تأثير متبادلة وأي تغير في أحدى هذه العناصر سيترتب عليه آثار على بقية العناصر وبالتالي تغير أو تذبذب في طبيعة نمط المناخ السائد. وقد جاءت هذه الورقة لتتبع ورصد التغير في الرياح السطحية بإقليم فزان الذي يشغل جزء من الصحراء الكبرى والتي تعد مصدر لتشكل الكتل الهوائية القارية الجافة، كما تعد مصدر للرياح الحارة والعواصف الغبارية التي يتعدى تأثيرها المناطق الساحلية بشمال أفريقيا بل ويعبر البحر المتوسط ويصل إلى أوروبا، أن التغير في اتجاهات الرياح أو في سرعتها يؤدي إلى تغير في آلية توزيع الكسب الحراري ونقل وتوزيع الرطوبة الجوية والتأثير على جميع أشكال التهطال والعديد من الآثار الأخرى، لذى تمثل دراسة التغيرات في اتجاه وسرعة الرياح عنصر أساسي في جانب رصد التغيرات المناخية.

ـ مشكلة الدراسة:

تمَ صياغة مشكلة الدراسة في التساؤلات الآتية: –

– ما مدى التغير في اتجاهات الرياح السطحية على مدى الشهور والسنوات بإقليم فزان؟ وما تأثير التغيرات المناخية في الإطار الإقليمي على الرياح بالمنطقة؟

– ما مدى التغير في سرعة الرياح السطحية على مدى الشهور والسنوات بإقليم فزان؟

– هل سجلت قياسات الرياح اليومية قيماً متطرفة بالنسبة لمعدلاتها؟ وكيف تتوزع هذه القيم اليومية على أشهر السنة خلال الأربعة عقود الماضية؟

ـ فروضها:

– يؤدي التغير أو التذبذب في بعض العناصر الجوية وخاصة الأنظمة الضغطية على المستوى الإقليمي إلى التأثير والتغير في اتجاهات وسرعة الرياح بمنطقة الدراسة.

- سجلت قياسات الرياح قيماً متطرفة (احياناً نحو الزيادة واحياناً أخرى نحو النقصان) مقارنه بمعدلاتها السائدة خلال فترة الدراسة، كما يتباين توزيع هذه القيم بمحطات منطقة الدراسة زمنياً ومكانياً.

ـ أهدافها:

تهدف الدراسة إلى تقصي مدى التغير في اتجاه وسرعة الرياح السطحية للفترة(1981 – 2021)، ورصد أثر التغيرات المناخية عليها.

ـ أسباب اختيار الموضوع:

جاء اختيار هذا الموضوع للوقوف على التغير المناخي في اتجاهات وسرعة الرياح السطحية بمحطات إقليم فزان (بجنوب غرب ليبيا)، ومدى تأثرها بالتغيرات المناخية الإقليمية والعالمية المعاصرة، وذلك لما للرياح من أثار سواءً على عناصر المناخ أو على البيئة.

ـ حدودها:

تقع منطقة الدراسة فلكياً بين دائرتي عرض 06ً. 57َ. 21ْ و 16ً. 29َ. 28ْ شمالاً وبين خطي طول57ً. 13َ. 09ْ و01ً. 10َ. 19ْ شــرقاً، يحدها من الشمال جبل الحساونة والقرقف ومن الجنوب الحدود الدولية مع دولتي تشاد والنيجر ومن الشرق جبال السودة والهروج البركانية، ومن الغرب الحدود الليبية الجزائرية، خريطة (1).

ويتمثل المجال الزمني في الفترة التي تغطيها البيانات المناخية التي ستعتمد عليها الدراسة وهي تصل إلى 40 سنة (1981- 2021). أما حدودها الموضوعية فهي تتناول بالدراسة والتحليل والتفسير مدى التغير المناخي في عنصر الرياح (اتجاه وسرعة) في إطار حدودها المكانية.

ـ منهجيتها:

تَم جمع بيانات الورقة من الكتب والدراسات السابقة، وبيانات الرياح من محطات الارصاد المختارة بالمنطقة جدول(1) وخريطة (1) وشبكة المعلومات الدولية (الانترنت) من موقع مشروع (البارو) التابع لوكالة ناسا الامريكية، وقد قسمت البيانات المناخية إلى فترتين الأولى (1981- 2001) والثانية (2002-2021) لرصد مدى التغير وتسهيل إجراء

المقارنة، واعتمدت في عرض ومناقشة موضوعها على المنهج الوصفي التحليلي والمنهج الكمي والمنهج المقارن، ومن ابرز الأساليب الاحصائية التي استخدمت لتحليل البيانات: نموذج باينوميال لإزالة التشويش عن بيانات سرعة الرياح وإظهار الاتجاه المناخي العام بشكل واضح، ومعادلة تغير الاتجاه لرصد التغير في اتجاهات الرياح، واختبار(Z) لتحديد ما إذا كان هناك تغير في معدلات سرعة الرياح على مدى السنوات.

خريطة (1) موقع وحدود منطقة الدراسة

المصدر: عمل الباحثين باستخدام برنامج arc gis واستناداً إلى مصلحة التخطيط العمراني طرابلس.

جدول(1) المحطات التي اعتمدت الدراسة على بياناتها

المحطة	براك	سبها	مرزق	غات
دائرة العرض(ش)	27.38	27.01	25.56	25.08
خط الطول(ق)	14.15	14.27	13.55	10.09
الارتفاع بـ م	350	432	78	692

المصدر: المركز الوطني للأرصاد الجوية، إدارة المناخ والعمليات المناخية، طرابلس، 2001.

ـ المفاهيم والمصطلحات:

– تغير المناخ (Climate Change): مصطلح عام يشار به إلى كل أنواع وأنماط وأشكال التعديل والاختلافات التي يمكن أن تحدث في المناخ، على أي مستوى زمني ولأي سبب طبيعي أو بشري، داخلي أو خارجي (Donaire, 2000, P 127)

– ذبذبة المناخ (Oscillation): تعني أن عناصر المناخ تتغير وتعود إلى معدلاتها بين سنة وأخرى أوبين عقد وآخر، بالصعود أو هبوط عن المعدل (عبد الراضي، 2009، ص13).

المحور الاول:

مؤشرات التغير في اتجاهات الرياح الشهرية والسنوية بمحطات إقليم فزان

يعتبر الاتجاه السائد للرياح السطحية هو الاتجاه الأكثر تكراراً في مكان ما، وهبوب الرياح لا يكون متواصلاً إذ يحدث تغيير في الاتجاه لفترات معينة من الوقت ترجع إلى العوامل الجغرافية والمناخية الأخرى، ويحدد اتجاه الرياح بالنسبة لكل منطقة خصائص وطبيعة هذه الرياح وذلك تبعاً للمناطق التي تمر فوقها قبل وصولها إلى تلك المنطقة (الوكيل، سراج، 1989، ص128).

تهب بمحطات منطقة الدراسة الشرقيات متمثلة في الرياح الشمالية الشرقية والشرقية والجنوبية الشرقية، وأكثرها تكراراً الشمالية الشرقية وهي تعد جزء من الكتلة الهوائية القارية التي مصدرها وسط وجنوب أوروبا، ولتناول مؤشرات التغير في اتجاهات الرياح بمحطات منطقة الدراسة تم استخدام معادلة التغير في الاتجاه وفقاً للصيغة:

$$C=(bi/Y)\times 100$$ (عاجل، الكناني، 2019، ص325).

حيث أن : C = معدل العنصر المراد قياسه، bi = معامل اتجاه العنصر (القيمة الأولى بالمعادلة على الشكل الذي يبين العلاقة الخطية للظاهرة)، Y = متوسط قيمة العنصر المراد قياسه. وناتج المعادلة قد يكون سالب وهو يدل على التغير مع الانخفاض في قيمة الظاهرة أو موجب مما يدل على التغير مع زيادة في قيمة الظاهرة.

1. مؤشرات التغير في معدلات اتجاهات الرياح الشهرية بمحطات إقليم فزان:

يتضح من الشكل(1–أ) للفترة الأولى بمحطة براك الواقعة شمال منطقة الدراسة أن تكرار هبوب الرياح الشمالية الشرقية يسود في سبعة شهور من السنة و بدرجات مختلفة، في حين يسود الاتجاه الجنوبي الشرقي في خمس شهور، وبلغ معدل التغير في اتجاهات الرياح الشهرية(0.14)، وفي الفترة الثانية شكل(1– ب) حدث تغير في اتجاه الرياح خلال الأشهر حيث سجلت الرياح الشمالية الشرقية ثمانية شهور مقابل أربعة شهور فقط للاتجاه الجنوبي الشرقي، وبلغ معدل التغير لهذه الفترة (1.3–) جدول(2)، أي أن معدل التغير في اتجاه الرياح بين الشهور في الفترة الثانية يعد أقل مقارنة بالتغير في الفترة الأولى.

وبالنسبة لمحطة سبها في الفترة الأول شكل (1 – ج) يتضح التساوي في عدد الأشهر التي سجلت الاتجاه الشمالي الشرقي عن الأخرى التي سجلت جنوبية شرقية بستة شهور لكلٍ منهما، وبلغ معدل التغير لهذه الفترة (2.2)، أما الفترة الثانية شكل (1 – د) فيتضح أن الاتجاه الشمالي الشرقي سجل ثمانية شهور مقابل أربعة شهور للاتجاه الجنوب الشرقي، وبلغ معدل التغير الشهري لاتجاه الرياح(1.5) جدول(2) أي أن معدول التغير لهذه الفترة يعد أقل مقارنة بالفترة الأولى.

وفي محطة مرزق شكل(1– هـ) خلال الفترة الأولى يلاحظ ظهور اتجاه الرياح الشمالية الشرقية في ستة شهور والجنوبية الشرقية في ستة شهور كذلك، وبلغت قيمة معدل التغير (0.24–) وفي الفترة الثانية وصل عدد الشهور التي تهب فيها الرياح الشمالية الشرقية إلى سبعة شهور بينما الجنوبية الشرقية خمسة شهور شكل(1– و)، وسجل معدل التغير الشهري لهذه الفترة (2.9–) ويتضح منه أن معدل التغير في اتجاه الرياح بين شهر وآخر للفترة الأولى كان أكبر من هذه الفترة.

أما محطة غات للفترة الاول شكل(1- ز) يتبين أن الرياح الشمالية الشرقية تسود خلال ثمان شهور مقابل أربعة شهور للرياح الجنوبية الشرقية، ومعدل التغير الشهري لهذه الفترة بلغ (0.4) وفي الفترة الثانية شكل(1- ح) ظهر اتجاه الرياح الشمالية الشرقية في سبع شهور والجنوبية الشرقية في خمسة شهور وبلغ معدل التغير للفترة (2.7-) جدول(2) أي أن معدل التغير في أشهر الفترة الأولى كان أعلى من الفترة الثانية.

جدول(2) معاملات العلاقة الخطية للتغير في اتجاهات الرياح بمحطات إقليم فزان للفترة(1981-2021)

المحطة	الفترة	معدل اتجاه الرياح الشهري	معامل الاتجاه(bi)	معدل التغير الشهري في اتجاه الرياح
براك	الاولى	83.5 (ش ق)	1.13	0.14
	الثانية	88.8 (ش ق)	-1.18	-1.33
سبها	الاولى	86.8 (ش ق)	1.98	2.28
	الثانية	84.4 (ش ق)	1.32	1.57
مرزق	الاولى	90.5 (ج ق)	-0.25	-0.24
	الثانية	91.1 (ج ق)	-2.66	-2.92
غات	الأولى	117.03 (ج ق)	0.58	0.49
	الثانية	127.5 (ج ق)	-3.48	-2.73

المصدر: إعداد الباحثين استناداً إلى بيانات الإدارة الوطنية للملاحة الجوية والفضاء(ناسا) مركز لانغلي للأبحاث (Larc) تنبؤات مشروع الطاقة العالمية (POWER) الممول من برنامج علوم الأرض/العلوم التطبيقية التابع لناسا.إصدارX.X.2، الساعة 10:30ص،2021/5/10، ومعامل الاتجاه شكل(1).

يتضح ممَّا سبق وجود تغير في اتجاهات الرياح الشهرية سواءً في الفترة الواحدة نفسها أوبين الفترة الأولى والثانية، كما تبين أن زيادة تكرار هبوب الرياح الجنوبية الشرقية للفترة الأولى يظهر في الأشهر(1، 3، 4 ، 5، 11،12) في مرزق وغات بالإضافة إلى شهر9 في محطة براك وسبها ومرزق ولا يظهر في الفترة الثانية؛ ممَّا يدل على حدوث تغير في تكرار هبوب الرياح من هذه الاتجاهات، حيث يرتبط هذا التغير بحركة المنخفضات الجوية التي تعبر البحر المتوسط من الغرب نحو الشرق خلال هذه الأشهر، كما أن تكرار حدوثها ومواعيدها حسب الأشهر يرتبط ببداية تحرك هذه المنخفضات مع نهاية فصل الصيف وبداية فصل الخريف وكذلك موعدها في الأشهر الأولى من السنة يتوافق مع تراجع هذا المنخفض أي أن هذه الرياح تتحرك مرتين في العام مع بداية ظهور المنخفضات، وتستمر خلال شهور فصل الشتاء لتتراجع مع نهاية الربيع وبداية الصيف.

أما الرياح الشمالية الشرقية فيرتبط تكرار هبوبها بسيادة الضغط الجوي المنخفض الذي يتركز على المنطقة خلال الشهور من مايو في بعض المحطات وحتى اكتوبر، أن هذه الرياح تعد جزء من الرياح التجارية والتي سبق ذكرها. كما يمكن الإشارة إلى أن تقارب القيم العددية بالدرجات يدل على التجانس والتقارب في اتجاه الرياح بينما الفروق الكبيرة في القيم تعبر عن مدى التشتت والاضطراب في اتجاه الرياح .

شكل(1) التغير في اتجاهات الرياح الشهرية بمحطات منطقة الدراسة للفترة (1981–2021)

(أ) محطة براك الفترة الأولى(1981-2001) y = 1.1364x + 76.116

(ب) محطة براك الفترة الثانية(2002-2021) y = -1.1898x + 96.615

(ج) محطة سبها الفترة الأولى(1981-2001) y = 1.9841x + 73.929

(د) محطة سبها الفترة الثانية(2002-2021) y = 1.3268x + 75.787

(هـ) محطة مرزق الفترة الأولى(1981-2002) y = -0.225x + 89.048

(و) محطة مرزق الفترة الثانية(2002-2021) y = -2.6646x + 108.5

(ز) محطة غات الفترة الأولى(1981-2021) y = 0.5808x + 113.26

(ح) محطة غات الفترة الثانية(2002-2021) y = -3.4887x + 150.21

اتجاه الرياح بالدرجة — الشهور: يناير، فبراير، مارس، ابريل، مايو، يونيو، يوليو، أغسطس، سبتمبر، أكتوبر، نوفمبر، ديسمبر

المصدر: إعداد الباحثين استناداً إلى بيانات معدلات اتجاهات الرياح الشهرية بمحطات منطقة الدراسة.

2. مؤشرات التغير في معدلات اتجاهات الرياح السنوية بمحطات إقليم فزان:

لرصد التغير الحاصل في معدلات اتجاهات الرياح السنوية قُسِّمت المدة الزمنية للدراسة وبكل محطة إلى فترتين الأولى (1981 – 2001) والثانية (2002 – 2021)، ويتضح من الجدول(3) أن اتجاه الرياح قد طرأ عليه تغيراً واضحاً بين الفترتين بكل محطة من جهة وبين المحطات نفسها من جهة أخرى خلال مدة الدراسة، ويتضح أن معدل اتجاه الرياح بمحطة براك شمالي شرقي للفترتين مع فارق في قيمة درجة هذا المعدل بلغ(6^{o})، حيث كان في الفترة الاولى(79.6^{o}) بمعدل تغير سنوي(0.2) وهو مرتفع ويشير إلى أن اتجاه الرياح خلال سنوات هذه الفترة حدث به تغير بين سنة وأخرى شكل(2– أ)، وفي الفترة الثانية تراجع إلى(73.6^{o}) وبمعدل تغير سنوي (0.03) شكل(2– ب)، أي أن معدل التغير لهذه الفترة يعد أقل من الفترة الأولى. ومعدل الاتجاه السائد بمحطة سبها شمالي شرقي للفترتين مع فارق بينهما بلغ (4.3^{o})، حيث كان معدل اتجاه الفترة الأولى (89.4^{o}) والتغير السنوي (0.04) شكل(2 – ج)، ومعدل الفترة الثانية (85.07^{o}) بمعدل تغير سنوي (0.08) شكل(2 – د)؛ ممَّا يشير إلى أن معدل تغير الاتجاه بين سنوات هذه الفترة أكبر من معدل التغير في الفترة الأولى. وفي محطة مرزق يظهر الاختلاف في معدل الاتجاه بين الفترتين حيث معدل اتجاه الفترة الأولى جنوبية شرقية وبمعامل اتجاه سالب(0.07-) أي أنه يتجه نحو التراجع ومعدل التغير السنوي (0.08-) شكل(3 – أ)، كما يتضح من الفترة الثانية أن معدل الاتجاه السنوي السائد للرياح تغير إلى شمالية شرقية وبمعامل اتجاه سالب بلغ(0.06) ومعدل تغير سنوي(0.07-) شكل(3 – ب)، وبالنسبة للفارق بين الفترتين وصل إلى (20.5^{o}) أي أن اتجاه الرياح السائد قد تغير من جنوبية شرقية إلى شمالية شرقية خلال مدة 20سنة الماضية. وفي محطة غات كان معدل اتجاه الرياح للفترتين جنوبية شرقية (107، 117.4^{o}) على التوالي بفارق (10.4^{o}) وبلغ معدل التغير السنوي للفترة الأولى (0.1-) شكل(3 – ج) وللفترة الثانية وصل إلى(0.3) شكل(3 – د)؛ أي أن التغير في اتجاه الرياح لسنوات الفترة الأولى كان أقل مقارنه بالفترة الثانية والذي يعد أعلى.

شكل(2) التغير بمعدلات اتجاهات الرياح السنوية بالدرجات
لمحطة براك ومحطة سبها للفترة(1981–2021)

(أ) محطة براك الفترة الأولى (1981- 2001)
y = 0.1803x - 281.01
اتجاه الرياح
اتجاه الرياح بالدرجة
95 85 75 65 55 45
2004 2002 2000 1998 1996 1994 1992 1990 1988 1986 1984 1982 1980
السنوات

(ب) محطة براك الفترة الثانية(2002-2021)
y = -0.0279x + 129.68
اتجاه الرياح
اتجاه الرياح بالدرجة
95 85 75 65 55 45
2023 2021 2019 2017 2015 2013 2011 2009 2007 2005 2003 2001
السنوات

(ج) محطة سبها الفترة الاولى(1981-2001)
y = 0.0403x + 6.595
اتجاه الرياح
اتجاه الرياح بالدرجة
115 105 95 85 75 65 55 45
2004 2002 2000 1998 1996 1994 1992 1990 1988 1986 1984 1982 1980
السنوات

(د) محطة سبها الفترة الثانية(2002- 2021)
y = -0.1093x + 303.05
اتجاه الرياح
اتجاه الرياح بالدرجة
115 105 95 85 75 65 55 45
2024 2022 2020 2018 2016 2014 2012 2010 2008 2006 2004 2002 2000
السنوات

المصدر: الادارة الوطنية للملاحة الجوية والفضاء(ناسا) بيانات مشروع (البارو).

شكل(3) اتجاهات معدلات الرياح السنوية بمحطة مرزق
ومحطة غات بالدرجة للفترة(1981–2021)

(أ) محطة مرزق الفترة الأولى(1981-2001)

y = -0.0759x + 239.67

(ب) محطة مرزق الفترة الثانية(2002-2021)

y = -0.0691x + 225.43

(ج) محطة غات الفترة الأولى (1981-2021)

y = -0.1472x + 396.75

(د) محطة غات الفترة الثانية(2002-2021)

y = 0.4446x - 776.93

المصدر: الإدارة الوطنية للملاحة الجوية والفضاء(ناسا) بيانات مشروع (البارو).

جدول(3) معاملات العلاقة الخطية لمعدلات اتجاهات الرياح السنوية للفترتين بمحطات إقليم فزان

المحطة	الفترة	معدل اتجاه الرياح السنوي	معامل الاتجاه(bi)	معدل التغير السنوي في اتجاه الرياح
براك	الاولى	79.6 (ش ق)	0.18	0.2
	الثانية	73.6(ش ق)	-0.02	0.03
سبها	الاولى	89.4 (ش ق)	0.04	0.04
	الثانية	85.07 (ش ق)	0.10	0.12
مرزق	الاولى	90.5 (ج ق)	-0.07	-0.08
	الثانية	86.5 (ش ق)	-0.06	-0.07
غات	الاولى	107 (ج ق)	-0.14	-0.13
	الثانية	***117.4 (ج ق)***	***0.44***	***0.37***

المصدر: إعداد الباحثين استناداً إلى الشكلين(2،3) الإدارة الوطنية للملاحة الجوية والفضاء(ناسا) بيانات مشروع (البارو).

يتضح مما سبق أن معدلات اتجاهات الرياح السنوية السائدة بمحطات منطقة الدراسة شهدت تغير بين الفترة الأولى للبيانات (1981-2001) والفترة الثانية (2002 – 2021) وصل مجموع قيم التغير إلى (41.2°) أي أن اتجاه الرياح تغير في هذا القدر من الدرجات خلال مدة 40 سنة جدول(4) حيث كانت أعلى قيمة تغير بمحطة مرزق والذي وصل إلى(49.8%) وأقل قيمة تغير كانت بمحطة سبها (10.4%) أن هذا التباين والتغير باتجاهات الرياح في إقليم فزان يعطي صورة واضحه على مدى تأثر اتجاه الرياح بالتغيرات المناخية المرصودة في المحيط الاقليمي والعالمي، حيث يحدد موقع منطقة الدراسة نوع وطبيعة الانظمة الضغطية التي تؤثر فيها وهي: الضغط المرتفع الأزوري الذي يسيطر على منطقة الدراسة وكامل الصحراء الكبرى في فصل الشتاء، ويتركز عليها الضغط المنخفض الذي يتشكل على المنطقة نفسها نتيجة لارتفاع درجة حرارة سطحها ويتصل بالمنخفض الاستوائي المتقدم من الجنوب خلال فصل الصيف، وفي فصلي الربيع والخريف تذبذب قيم الضغط على إقليم فزان مما يؤثر على اتجاه الرياح ويجعلها أكثر تغيراً، وأي تغير أو تذبذب في الأنظمة الضغطية أوفي مواعيد تقدمها أو تراجعها يؤثر بشكل مباشر على اتجاه الرياح بمنطقة الدراسة.

جدول(4) الفروق بالدرجات والنسب المئوية في معدلات اتجاه الرياح السنوية بين فترتي الدراسة

المحطة	براك	سبها	مرزق	غات	المجموع
الفرق في الاتجاه (بالدرجة) بين الفترتين	6	4.3	20.5	10.4	41.2
النسبة %	14.6	10.4	49.8	25.2	100

المصدر: إعداد الباحثين استناداً إلى الجدول(3).

المحور الثاني:

مؤشرات التغير بسرعة الرياح اليومية والشهرية والسنوية بمحطات إقليم فزان

تتباين سرعة الرياح من مكان إلى آخر بين محطات منطقة الدراسة، والسبب الرئيس في ذلك هو موقع منطقة الدراسة ضمن نطاق الضغط المرتفع شبه المداري، أن موقعها أدى إلى تباين سرعة الرياح نظرًا لوقوعها تحت تأثير منظومات من الضغط تتمثل بالضغط المرتفع خلال فصل الشتاء والضغط المنخفض خلال فصل الصيف، وتحدث بعض الحالات التي تزداد فيها سرعة الرياح بفعل حصول الدوامات الاعصارية القطبية والدوامات المتوسطية التابعة الى المنظومات الضغطية المنخفضة إذ تؤدي الى نشاط سرعة الرياح وعلى وجه الخصوص خلال أشهر فصل الربيع من السنة (حيدر، وأخرون، 1982، ص140).

1 ـ التذبذب والتغير بسرعة الرياح اليومية واتجاهها العام بمحطات منطقة الدراسة:

لمعرفة مدى التغير في سرعة الرياح بمنطقة الدراسة تم تتبع القيم اليومية لسرعة الرياح وأُسْتُخرجت أعلى وأدنى قيمة مسجلة خلال السنة أي على مدى 365 يوماً مع تسجيل تواريخ الأيام باليوم والشهر والسنة على مدى مدة الدراسة(1982 – 2021)، ومن خلال حساب التكرارات لأعلى وأدنى سرعة والشهر الذي سجلت فيه أمكننا تتبع التغير في سرعة الرياح، مع قسمة بيانات الدراسة إلى فترتين طول كل فترة 20 سنة ومقارنتها لرصد مدى التغير.

يتضح من الجدول(5) أن الفترة الأولى (1982- 2001) بمحطة براك كانت أعلى سرعة للرياح في الشهور من مارس إلى يوليو وبنسبة(15، 20، 20، 20، 10%) على الترتيب، ووصل مجموع نسب هذه الأشهر إلى 75% من سرعات الرياح الأعلى خلال مدة 20سنة، أما في الفترة الثانية لنفس المحطة (2002- 2021) فقد سجلت الشهور من

مارس إلى يونيه أعلى السرعات بنسب(15، 10، 35، 10) على التوالي بمجموع وصل إلى 70% من إجمالي أعلى سرعة للرياح، بالإضافة إلى شهري يناير وبنسبة 10% وديسمبر بنسبة 5% والتي كانت في الفترة الأولى 5% ليناير و0% لديسمبر. وبالنسبة لمحطة سبها أعلى سرعة للرياح في الفترة الأولى تركزت في الأشهر من فبراير حتى مايو جدول(5) وتغير في الفترة الثانية من مارس إلى يونيو، كما ظهرت في شهري يناير وديسمبر بنسبة 10% لكلا منهما. وفي محطة مرزق في الفترة الأولى تركزت أعلى سرعة في الشهور من يناير إلى مايو وبنسب (10، 20، 30، 30، 10%) على التوالي ومجموع نسبها 100% أي أن السرعات الأعلى تركزت في أيام هذه الأشهر فقط، ولم تسجل أي قيمة في باقي أيام الأشهر الأخرى من السنة، وفي الفترة الثانية كان أكبر تكرار لها في الأشهر من مارس حتى مايو بنسب(40، 25، 10%) على التوالي، بالإضافة إلى ظهورها ولكن بنسب أقل في الشهور من اكتوبر إلى ديسمبر والتي لم تسجل أي قيمة في الفترة الأولى. وفي محطة غات كانت الرياح الأسرع للفترة الأولى في أيام الشهور من فبراير إلى مايو بالإضافة إلى نوفمبر جدول(5) وفي الفترة الثانية كانت من فبراير إلى أبريل وظهورها في شهر يناير بنسبة 5% وعدم وجودها في باقي أيام الشهور الأخرى.

وبالنسبة لسرعة الرياح الأدنى جدول(6) فكان تكرارها بمحطة براك للفترة الأولى يتركز في أيام الشهور من يناير وحتى فبراير وبنسبة(30، 10%) على التوالي، وكذلك شهري نوفمبر وديسمبر(15، 25%) على الترتيب أيضاً، وفي الفترة الثانية ظهرت في الشهور من يناير إلى ابريل بالإضافة إلى شهري نوفمبر وديسمبر في نهاية السنة، ويتضح من مقارنة الفترتين زيادة تكرار أدنى سرعة للرياح في شهري مارس وابريل وبنسبة 25% والتي كانت في الفترة الأولى 10% فقط، وفي محطة سبها كانت أدنى سرعة للرياح في الفترة الأولى في يناير وبنسبة 25% وشهري نوفمبر وديسمبر وبنسبة (20، 30%) على التوالي، أما الفترة الثانية فقد تركزت في أيام الأشهر من يناير إلى أبريل وبنسبة وصل مجموعها إلى 60% بالإضافة إلى شهري نوفمبر وديسمبر(20، 10%) على الترتيب، وبالمقارنة بين الفترتين يتضح التغير في تكرار أدنى سرعة للرياح بين أيام شهور السنة. وفي محطة مرزق خلال الفترة الأولى كانت تتركز في أيام الشهور من يناير إلى مارس، وكذلك في نوفمبر وديسمبر، وفي

الفترة الثانية تتركز في شهري يناير وفبراير وفي الشهور من اكتوبر إلى ديسمبر، وبالمقارنة بين الفترتين يلاحظ تغير في تركز الرياح الأدنى في الفترة الثانية في أيام الأشهر الأخيرة من السنة بدلاً من بدايتها التي ظهرت في الفترة الأولى. وفي محطة غات كان تركز أدنى سرعة للرياح للفترة الأولى في الشهور من يناير إلى مارس وكذلك الشهور من اكتوبر إلى ديسمبر أي بداية السنة ونهايتها، وفي الفترة الثانية حصل تغير حيث تركزت في شهر يناير وشهر أكتوبر ونوفمبر وتراجع تكرارها في ديسمبر إلى 5%.

جدول(5) تكرارات الأيام التي سجلت أعلى قيمة
لسرعة الرياح خلال الفترة 1982– 2021م.

المحطة	الشهور / التكرار	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
براك	تكرار السرعة الاعلى- ف1	1	1	3	4	4	4	2	0	0	1	0	0
	النسبة%	5	5	15	20	20	20	10	0	0	5	0	0
	تكرار السرعة الاعلى- ف2	2	0	3	2	7	2	1	0	1	1	0	1
	النسبة (%)	10	0	15	10	35	10	5	0	5	5	0	5
سبها	تكرار السرعة الاعلى- ف1	1	2	4	6	5	1	1	0	0	0	0	0
	النسبة (%)	5	10	20	30	25	5	5	0	0	0	0	0
	تكرار السرعة الاعلى- ف2	2	0	5	3	2	3	1	0	1	0	1	2
	النسبة (%)	10	0	25	15	10	15	5	0	5	0	5	10
مرزق	تكرار السرعة الاعلى- ف1	2	4	6	6	2	0	0	0	0	0	0	0
	النسبة (%)	10	20	30	30	10	0	0	0	0	0	0	0
	تكرار السرعة الاعلى- ف2	1	0	8	5	2	1	0	0	0	1	1	1
	النسبة (%)	5	0	40	25	10	5	0	0	0	5	5	5
غات	تكرار السرعة الاعلى- ف1	1	3	6	5	2	0	0	0	0	0	2	1
	النسبة (%)	5	15	30	25	10	0	0	0	0	0	10	5
	تكرار السرعة الاعلى- ف2	1	4	13	2	0	0	0	0	0	0	0	0
	النسبة (%)	5	20	65	10	0	0	0	0	0	0	0	0

المصدر: إعداد الباحثين استناداً إلى مشروع (البارو) من البيانات اليومية لسرعة الرياح لمحطات منطقة الدراسة.

ف1= الفترة الأولى، ف2= الفترة الثانية.

جدول(6) تكرارات الأيام التي سجلت أدنى قيمة لسرعة الرياح خلال الفترة 1982– 2021م.

المحطة	الشهور / التكرارات	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
براك	تكرار السرعة الادنى– ف1	6	2	1	1	0	1	0	0	0	1	3	5
	النسبة%	30	10	5	5	0	5	0	0	0	5	15	25
	تكرار السرعة الادنى– ف2	5	2	3	2	1	1	0	0	0	0	3	3
	النسبة (%)	25	10	15	10	5	5	0	0	0	0	15	15
سبها	تكرار السرعة الادنى– ف1	5	1	1	0	1	0	1	0	0	1	4	6
	النسبة (%)	25	5	5	0	5	0	5	0	0	5	20	30
	تكرار السرعة الادنى– ف2	4	3	3	2	0	0	1	0	0	0	2	5
	النسبة (%)	20	15	15	10	0	0	5	0	0	0	10	25
مرزق	تكرار السرعة الادنى– ف1	4	3	2	0	1	2	0	0	1	1	4	2
	النسبة (%)	20	15	10	0	5	10	0	0	5	5	20	10
	تكرار السرعة الادنى– ف2	7	2	0	1	0	0	0	0	0	3	4	3
	النسبة (%)	35	10	0	5	0	0	0	0	0	15	20	15
غات	تكرار السرعة الادنى– ف1	2	5	3	0	1	0	0	0	0	4	2	3
	النسبة (%)	10	25	15	0	5	0	0	0	0	20	10	15
	تكرار السرعة الادنى– ف2	4	0	2	0	0	0	0	2	0	4	7	1
	النسبة (%)	20	0	10	0	0	0	0	10	0	20	35	5

المصدر: إعداد الباحثين استناداً إلى مشروع (البارو) من البيانات اليومية لسرعة الرياح لمحطات منطقة الدراسة.

ف1= الفترة الأولى، ف2= الفترة الثانية.

يتضح مما سبق أن هناك تغير في تكرار أدنى سرعة للرياح واختلاف في قيمها والأيام التي سجلت فيها خلال الشهور وبكل المحطات، ويرجع السبب في تركز أدنى سرعة للرياح في الأيام الباردة من السنة إلى سيطر الضغط الجوي المرتفع على منطقة الدراسة، أما أعلى سرعة للرياح فإنها تسجل في الأيام التي يحدث فيها تغير للضغط الجوي من المرتفع إلى المنخفض والتي تمتلها أيام الشهور من فبراير ومارس إلى يوليو بصورة عامة، كما يرتبط تكرار أعلى سرعة للرياح بالأيام التي تشهد تراجع الضغط المرتفع وتقدم الضغط المنخفض والتي غالباً ما تكون سرعة الرياح بها أعلى وأعنف نتيجة لشدة انحدار قيم الضغط، وفي أيام الشهور من سبتمبر إلى نوفمبر والتي يتغير فيها الضغط من المنخفض إلى المرتفع فلا تسجل سرعات رياح عالية بل بالعكس تسجل أدنى السرعات.

2 ـ الدورات والاتجاه العام لمعدلات سرعة الرياح السنوية بمحطات اقليم فزان للفترة(1981–2021):

تَمَّ استخدام نموذج باينوميال لإزالة التشويش عن معدلات سرعة الرياح السنوية بمحطات منطقة الدراسة لإظهار الدورات بشكل واضح، وبالتالي الاتجاه العام نحو الزيادة أو النقصان أو الثبات، حيث يتضح من الجدول(7) والشكل(4) أن سرعة الرياح شهدت دورتين بين الارتفاع والانخفاض النسبي حيث تراوحت قيم سرعة الرياح بين(4 – 4.3 م/ث) شهدت الدورة الأولى (1985- 2001) زيادة طفيفة في السرعة تم تراجعت سنة 2001، وفي الدورة التالية (2002- 2017) لتعاود إلى الارتفاع من جديد من 2002 – 2007 لتبدأ دورة تراجع متدرج من 2008 – 2017.

شهدت محطة سبها خلال فترة الدراسة دورتين كانت فيها سرعة الرياح بين (4– 4.4م/ث) شكل(4) الأولى من 1985- 1998 بدأت في 5 سنوات الأولى نحو الزيادة ثم توالت على الارتفاع والتراجع لمدة 8سنوات ولم تظهر هذه الفترة أي اتجاه، وبدأت الدورة الأخرى 1999- 2017 ويظهر بهذه الفترة اتجاه منتظم 3 سنوات هبوط طفيف و3 سنوات صعود متدرج ثم يعاود إلى التراجع والهبوط مرة أخرى لتشهد 5 سنوات الأخيرة تراجعاً طفيفاً. وشهدت محطة مرزق دورتين تباينت فيهما سرعة الرياح بين(3.5 – 4.3م/ث) شكل(4)الدورة الأولى 1985 – 2002 وهي فترة مضطربة ولم تظهر اتجاه حيث بدأت بثلاثة سنوات مستقرة ثم انخفاض ثم ارتفاع خلال السنوات اللاحقة إلى سنة 1992 لتشهد فترة 5سنوات أكثر استقراراً، وهي تظهر بوضوح بوسط هذه الدورة لتعقبها 5سنوات مضطربة حتى عام2002، والدورة الثانية 2003- 2021 حيث يظهر الاتجاه بهذه الدورة تراجع بسيط ومتدرج. وفي محطة غات يظهر الاتجاه نحو الاستقرار بسرعة الرياح مقارنه بالمحطات الأخرى بالإقليم، حيث تراوحت سرعة الرياح بها ما بين (4 – 4.2م/ث) خلال فترة 40 سنة، حيث بدأت بـ4 سنوات مستقرة ثم ارتفاع طفيف 3سنوات، وهكذا بانتظام، وقرب نهاية الدورة عام2014 يظهر تراجع طفيف.

جدول(7) نتائج تطبيق نوذج باينوميال على محطات منطقة الدراسة

المحطة	ابراك		سبها		مرزق		غات	
السنة	س	b	س	b	س	b	س	b
1981	4.2	---	4.1	---	3.8	---	4.0	---
1982	4.1	---	4.0	---	3.8	---	3.9	---
1983	4.0	---	3.9	---	3.7	---	3.8	---
1984	4.1	---	4.0	---	3.7	---	3.8	---
1985	4.0	4.1	4.0	4.1	3.7	3.8	3.9	4.0
1986	4.3	4.1	4.2	4.1	3.9	3.8	4.0	4.0
1987	4.2	4.1	4.2	4.1	3.9	3.8	4.1	4.0
1988	4.2	4.2	4.2	4.1	3.9	3.6	4.1	4.0
1989	4.2	4.2	4.1	4.17	3.8	3.8	4.0	4.0
1990	4.2	4.2	4.	4.0	3.9	7.5	4.0	4.1
1991	4.3	4.2	4.	4.2	4.0	7.8	4.2	4.1
1992	4.27	4.2	4.2	4.5	3.9	3.9	4.0	4.1
1993	4.34	4.3	4.3	3.9	4.0	3.2	4.1	4.1
1994	4.3	4.3	4.2	4.1	3.9	3.9	4.2	4.1
1995	4.4	4.3	4.3	4.3	4.0	4.0	4.2	4.1
1996	4.4	4.3	4.4	4.2	4.1	4.0	4.2	4.1
1997	4.1	4.2	4.1	3.3	3.8	3.9	4.0	4.1
1998	4.3	4.3	4.2	4.2	4.0	7.5	4.09	3.3
1999	4.2	4.2	4.24	4.2	3.9	3.96	4.0	4.1
2000	4.2	4.2	4.1	4.2	3.91	3.9	3.9	4.0
2001	4.1	4.2	4.0	4.1	3.7	3.6	4.1	4.07
2002	4.1	4.3	4.0	4.2	3.8	3.4	4.0	4.0
2003	4.4	4.2	4.34	4.2	4.0	3.9	4.1	4.1
2004	4.4	4.2	4.3	4.2	4.0	3.9	4.1	4.1
2005	4.3	4.2	4.3	4.1	4.0	3.9	4.1	4.1
2006	4.2	4.3	4.1	4.2	3.9	3.9	4.1	4.1
2007	4.2	4.3	4.1	4.2	3.8	3.9	4.1	4.1
2008	4.4	4.25	4.3	4.26	4.0	3.9	4.2	4.0
2009	4.2	4.22	4.1	4.20	3.8	3.9	4.1	4.1
2010	4.2	4.22	4.2	4.17	4.0	3.9	4.2	4.1
2011	4.1	4.22	4.0	4.15	3.8	3.9	4.13	4.1
2012	4.2	4.22	4.12	4.17	3.89	3.93	4.0	4.16
2013	4.2	4.15	4.25	4.12	3.99	3.91	4.2	4.16
2014	3.9	4.12	3.99	4.08	3.84	3.89	4.27	4.12
2015	4.0	4.12	4.03	4.07	3.83	3.87	4.01	4.05
2016	4.1	4.13	4.08	4.09	3.91	3.87	4.07	4.05
2017	4.0	4.13	4.05	4.09	3.8	3.87	3.93	4.08
2018	4.1	---	4.08	---	3.88	---	4.04	---
2019	4.1	---	4.06	---	3.82	---	4.13	---
2020	4.0	---	4.04	---	3.84	---	3.97	---
2021	4.2	---	4.21	---	3.96	---	4.22	---

المصدر: إعداد الباحثين استنادا إلى بيانات المركز الوطني للأرصاد الجوية، والإدارة الوطنية للملاحة الجوية والفضاء(ناسا) بيانات مشروع (البارو). حيث أن : س= المعدل السنوي لسرعة الرياح. b= قيمة نموذج بانوميال (binomial coefficient) والذي حسب باستخدام الصيغة الواردة بالمنظمة العالمية للأرصاد الجوية (WMO):-

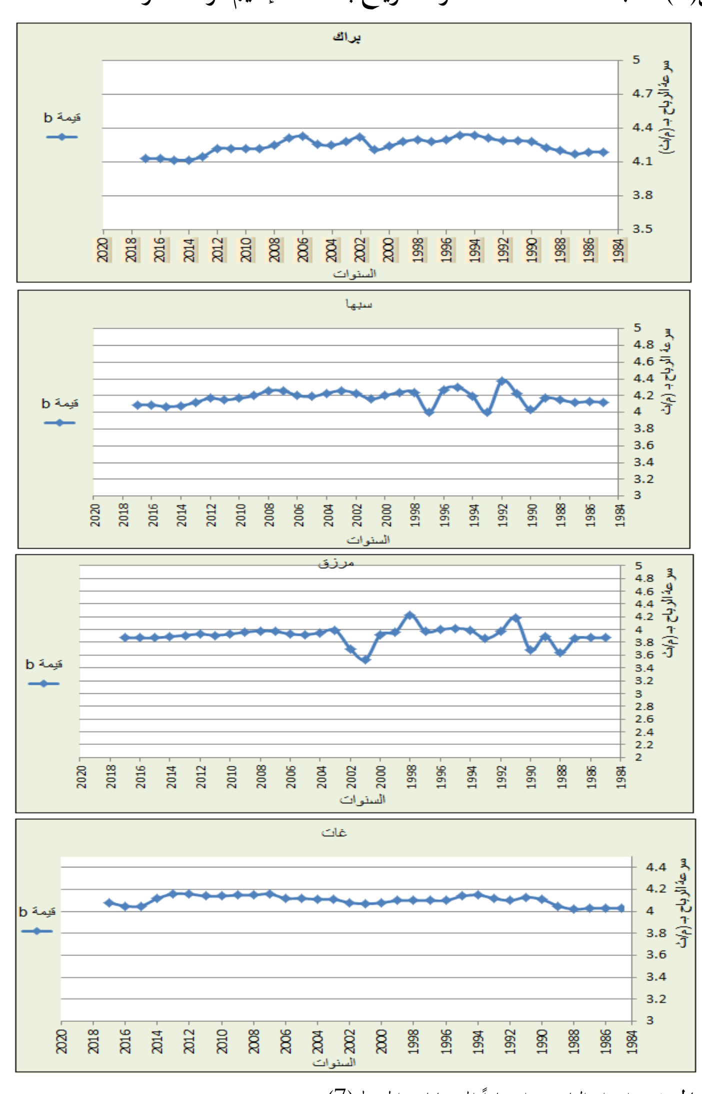
$$b= 0.02xi_{-4}+0.05xi_{-3}+0.12x_{-2}+0.20xi_{-1}+0.22xi+0.20xi_{+1}+0.12xi_{+2}+0.05xi_{+3}+0.02xi_{+4}$$

مثال: لحساب قيمة (b) مثلاً لسنة 1985 لمحطة براك حيث معدل سرعتها 4م/ث، وحسب الصيغة نأخذ معدلات 4 سنوات السابقة لسنة 1985 وهي سنوات (1984، 83، 82، 81) ومعدلاتها على التوالي(4.1، 4، 4.1، 4.2) ثم تضرب في

الثوابت الأربعة الأولى في الصيغة وحسب ترتيبها ويضرب الثابت الخامس في قيمة السنة نفسها أي قيمة سنة 1985 ثم تؤخذ معدلات 4 سنوات اللاحقة لسنة 1985 وهي (1986، 87، 88، 89) ومعدلاتها على التوالي(4.3، 4.2، 4.2، 4.2) وتضرب في الثوابت بالصيغة على الترتيب ثم تجمع نواتج الضرب لنحصل على قيمة (b) لسنة 1985 وهكذا مع بقية السنوات الأخرى.

b= 0.02x4.1+0.05x4+0.12x4.1+0.20x4.2+0.22x4+0.20x4.3+0.12x4.2+0.05x4.2+0.02x4.2 =4.1

شكل(4) الاتجاه العامة لمعدلات سرعة الرياح بمحطات إقليم فزان للفترة 1982–2021م.



المصدر: إعداد الباحثين استناداً إلى بيانات الجدول(7) .

النتائج:

توصلت الدراسة إلى النتائج الآتية:

- إنَّ الرياح الشمالية الشرقية هي الأكثر تكراراً على مدى الشهور، ويتردد تكرارها من 7 إلى8 شهور في السنة، وتأتي بعدها الرياح الجنوبية الشرقية التي يتردد تكرارها من 4 إلى 5 شهور في السنة.
- شهدت اتجاهات الرياح الشهرية تغيراً خلال فترتي الدراسة، حيث كانت أعلى في الفترة الأولى(1981- 2001) في محطة براك وسبها ومرزق وغات(0.1، 2.2، 0.2-، 0.4) على التوالي، ومعدلات التغير للفترة الثانية(2002 – 2021) كانت في محطة براك وسبها ومرزق وغات(1.3-، 1.5، 2.9-، 2.7-) على الترتيب. كما تبين من الدراسة حدوث تغير في معدلات الرياح السنوية، من خلال قيمة الفرق بالدرجات بين الفترة الأولى والثانية بلغ في محطة براك 14.6% وفي سبها10.4% وهو الأدنى بين المحطات وفي مرزق 49.8% وهي الأعلى بين المحطات وفي غات 25.2%.
- يتردد تكرار أعلى سرعة للرياح بمحطات منطقة الدراسة خلال شهر فبراير أو مارس يختلف من محطة إلى أخرى ويستمر إلى شهر مايو ويونيو، كما توصلت الدراسة إلى زيادة تكرار أعلى سرعة في الفترة الثانية(2002 – 2021) في شهر يناير بمحطتي براك وسبها.
- ظهر تغير في تردد سرعات الرياح الأدنى زمنياً ومكانياً بجميع المحطات، ويتردد تكرارها في الأشهر(يناير، فبراير، مارس، نوفمبر، ديسمبر) وفي(إبريل، أكتوبر) في بعض المحطات، بالإضافة إلى وجود تداخل خلال الأشهر(مارس، إبريل) في تردد أعلى وأدنى سرعة؛ وذلك راجع للاضطرابات الطقسية الناشئة عن التغير السريع بمعدل انحدار الضغط الجوي الذي يتعرض له الإقليم.
- بينت نتائج نموذج باينوميال للكشف عن الدورات والاتجاه العام لسرعة الرياح بمحطات منطقة الدراسة اتجاهاً نحو التراجع نسبياً في (5 – 10) سنوات الأخيرة.

التوصيات:

توصي الدراسة بالآتي:

- ضرورة العمل على إعادة تشغيل محطات الأرصاد بالإقليم المتوقفة منذ ما يقارب العشر سنوات، مع تزويدها بالمعدات والأجهزة الحديثة، ونشر بياناتها في مواقع خاصة بشبكة المعلومات الدولية.

- التأكيد على استخدام طريقة التكرار لحساب معدلات اتجاهات الرياح الشهرية والسنوية من قِبل الإدارة العامة للأرصاد الجوية لتكون معدلات الاتجاه دقيقة حسب السياق العلمي المتعارف عليه مُناخياً.

- إجراء دراسة تتناول العوامل والأسباب المتعلقة بالتغير في عناصر منظومتي الطقس السطحية والعلوية المسببة في حدوث التغير في اتجاه وسرعة الرياح بمنطقة الدراسة.

المصادر والمراجع:

- المركز الوطني للأرصاد الجوية، طرابلس، إدارة المناخ والعمليات المناخية.
- الوكيل، شفق العوض، سراج، مُحَّد عبدالله، (1987)، المناخ وعمارة المناطق الحارة، ط2، القاهرة، عالم الكتب للنشر والتوزيع.
- حيدر، أحمد سعيد، وأخرون، (1982)، المناخ المحلي، دار الكتب للطباعة والنشر، الموصل.
- عاجل، آيات عبدالكريم، الكناني، مالك ناصر عبود، (2019)، التغير في اتجاهات الرياح من القطاعات الجنوبية في العراق، مجلة كلية التربية، جامعة واسط، العدد 36.
- عبدالراضي، وليد عباس، (2009)، التغير في عناصر المناخ بدلتا النيل خلال القرن العشرين، رسالة ماجستير (غير منشورة)، قسم الجغرافية، كلية الآداب جامعة عين شمس.
- الإدارة الوطنية للملاحة الجوية والفضاء(ناسا) مركز لانغلي للأبحاث(Larc) تنبؤات مشروع الطاقة العالمية(POWER) الممول من برنامج علوم الأرض/العلوم التطبيقية التابع لناسا. إصدارX.X.2، رابط الموقع:

https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer

- Donaire, J. J. S. (2000), New Definitions of Climate and Climatic Change, Bulletin of the Egyptian Geographical Society, Vol.73, Cairo.

المؤتمر العلمي السابع لكلية الآداب
التغيرات المناخية في ليبيا (الاتجاهات والتداعيات)
سرت 29 ديسمبر 2022م